

論文の内容の要旨

論文題目	ソーシャルメディアを利用した参加型モバイル環境監視の実現 ～放射線測定を事例としたアクションリサーチ～
学位 申請者	石垣 陽

原子力発電所や工業プラント事故など、人々の健康や自然環境に深刻なダメージを与える大事故が後をたたない。事故・災害による被害を最小限に留めるためには、住民が状況を適切に把握することが必要であり、そのためには、事故当事者・政府による現状のリスク情報の提供だけではなく、市民自らが、リスクを判断するための状況情報を、専門家との相互のコミュニケーションを通じて、早期に獲得することが望まれる。なぜなら、事故当事者・政府による一方的な情報提供だけでは、情報の客観性や監視情報のきめ細かさ、組織内での意志決定スピードなどの観点から、十分な情報が獲得できない可能性があるからである。そこで、①一般市民に対して環境計測を行うための安価・簡易な科学的手段を提供し、②ソーシャルメディアを通じて付近住民や専門家が共に計測結果を共有することによって、③測定器の性能や測定結果の正当性について客観的議論・検証を行ないながら、④生活圏において迅速かつ正確に環境監視を行なうことのできる、市民参加型のモバイル環境監視システムが必要とされる。

本研究は、福島第一原子力発電所事故後の放射線計測用に開発したモバイル放射線測定器の、製品開発から製品評価、さらに測定結果の共有利用に至るまでの社会プロセスをケーススタディとして分析し、まとめたものである。この測定器は、汎用センサやスマートフォンを利用して低コスト化を実現しつつ、測定範囲が0.05uSv/h～10mSv/hと実用上十分な性能を有するモバイル線量計である。GPSの位置情報を利用し、線量データマップも構築できる。このモバイル線量計の開発にあたり、開発コストと期間を削減するため、資金調達・性能評価など一連の開発プロセスをオープン化し、世界中の技術者・専門家に加え一般ユーザも巻き込んだ参加型のシステム開発(PSD: Participatory System Development)手法を採用した。その結果、自立的なインターネットコミュニティが生まれ、改善提案、測定結果の共有やサポートを効率的に行うことができた。

本論文は、ソーシャルメディアを通じて海外の専門家や一般ユーザも参加したモバイル線量計の開発過程から、性能試験結果や福島県飯舘村で行われている実地試験の結果評価を経て、社会全体で測定結果を情報共有し利用するに至ったプロセスをケーススタディとして、関係者間のインタラクションとデータ信頼性の獲得プロセスをベースにモデル化・分析することで、PSDの有効性と背後要因を検証した事例分析型の論文である。

1章では研究の背景と目的についてまとめる。続いて2章では、既製品・汎用部品を利用した「ポケガ」のハードウェア・ソフトウェア設計を詳細に述べる。そこでコスト・開発期間の大幅な削減のための工夫と技術的課題の解決策が明らかになる。次に3章において、ソーシャルメディアを通じた開発情報の公開・共有過程について、資金調達や社会リソース利用の観点から整理する。ここでは、従来の製品開発のような金銭によるリソース調達とは異なり、社会リソースをプロジェクト運営に巻き込む形で自主的・継続的に調達するというマネジメント手法が示される。次に4章では、専門家・技術者・一般ユーザの3グループが線量情報を共有し、専門家の意見を得ながら精度を確認しつつシステムを評価・改善させたプロセスを示す。

5章では、これらの設計開発・評価改善の一連の過程において、専門家・技術者・一般ユーザという3つのプレイヤー間の関係性に着目して参加型システム開発のパラダイムをモデル化し、オープンソースをはじめとする類似のモデルとの比較を行うことで特徴を明らかにする。次に、開発の各フェーズにおいてプレイヤー間で引き起こされた時系列でのダイナミクスとインタラクションを詳細に分析し、開発手法としての有効性を検証する。次に、情報共有によって得られたデータが市民における信頼性を獲得するプロセスをモデル化・分析することによって、その運用面での有効性を検証する。6章では参加型システム開発の今後の展開と放射線計測以外への応用について議論し、7章でまとめる。

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名 石垣 陽

審査委員主査 田中 健次

委員 大須賀 昭彦

委員 栗原 聡

委員 多田 好克

委員 森田 啓義

本研究は、福島第一原子力発電所事故後の放射線計測用に開発したモバイル放射線測定器の、製品開発から製品評価、さらに測定結果の共有利用に至るまでの社会プロセスをケーススタディとして分析し、まとめたものである。この測定器は、低コスト化を実現しつつ、実用上十分な性能を有するモバイル線量計であり、GPSの位置情報を利用し、線量データマップも構築できる。このモバイル線量計の開発にあたり、開発コストと期間を削減するため、資金調達・性能評価など一連の開発プロセスをオープン化し、世界中の技術者・専門家に加え一般ユーザも巻き込んだ参加型のシステム開発（PSD: Participatory System Development）手法を採用したが、それが成功を収めた要因を明らかにすることが本研究の目的である。

1章では本研究の背景と目的についてまとめている。東日本大震災後、市民には、放射線量を「測る」こと、その結果を「共有する」こと、不明な点を「議論する」ことの3つの要求が存在し、それらを迅速に実現するために参加型システム開発の手法を導入したことが説明されている。そして、ポケットガイガー（通称「ポケガ」）の開発過程を振り返り、参加型の設計開発と評価改善を実現できた背景要因とその効果を分析することを目的と掲げている。

2章では、既製品・汎用部品を利用し迅速・低価格での開発に成功した「ポケガ」の設計上の工夫を述べている。測定に多少の時間を要するが低コストで入手可能な汎用半導体PINフォトダイオードを用い、CPUなどはスマートフォンを利用、被災地でも入手可能な菓子ケースや10円硬貨を利用したDIYにするなど、多くの工夫が盛り込まれている。スマートフォンを利用したために、そのGPS機能を活用し、「測定」した線量情報を「共有」することが可能となった。製品タイプ5に至るまでの様々な改善過程が示されている。

3章では、ソーシャルメディアを通じて開発情報の公開・共有を実施し、資金調達や社会リソースを活用してきたプロセスを整理している。従来の製品開発におけるリソース調達とは異なり、広く社会に問いかけ海外の専門家や多数の市民をプロジェクト運営に巻き込み自主的・継続的に調達するというマネジメント手法が導入されている。具体的には、クラウドファンディングによる資金調達、ネットニュース報道などパブリシティによる広告宣伝の効果、被災地企業での技術活用によるソーシャルプロダクト化の効果などが明らかにされている。

4章では、参加型の評価改善のプロセスがまとめられている。オランダ国防省・国立計量局の技術者による自主的な性能評価と証明書の発行、複数の大学専門家グループによる市街地警戒区域内での動作性能評価や森林での実フィールドテスト、一般市民による公的モニタリングポスト値との相互比較などが次々に実施された状況が詳細に示されている。これら多数の技術者と専門家、一般ユーザによる、多地点での測定性能評価と得られた線量情報、使いやすさなどの情報提供に基づき、開発者が精度を評価しシステムを短期間に改善させるに至ったプロセスが示されている。

5章では、これら一連の設計開発・評価改善の過程を、専門家・技術者・一般ユーザという3つのプレイヤー間の関係性に着目し、参加型システム開発(PSD)のパラダイムとしてモデル化、その特徴を明らかにしている。はじめに、PSD手法と通常の製品開発手法との違いを明確に示し、類似のオープンソースハードウェア設計などとの比較を示している。その後、PSDによる開発プロセスを、初期開発、評価、議論、改善、展開の5つのフェーズに分け、各段階における各プレイヤーの役割、プレイヤー間でのインタラクションやその時系列でのダイナミクスを詳細に分析し、プロジェクトマネジャーの視点からPSD手法の効果を産み出したポイントを指摘し整理している。さらに、ソーシャルメディアを利用した自主的なグループ活動の活性化を裏方でいかに支えてきたのか、そのポイントを分析するとともに、メディアを通して得られるデータの共有により、市民が自己データへの信頼性を獲得してきたプロセスも明らかにしている。

6章では、参加型システム開発の成立要件を整理し、今後の展開と放射線計測以外の対象領域への応用について言及した後、7章にて本研究をまとめている。

以上のように、本研究は、ソーシャルメディアを利用した新しいタイプの参加型システム開発(PSD)手法をモバイル線量計の開発に適用し、十分な精度の線量計を短期間に開発し被災者を中心とする広範囲の市民への大量流布を実現させたプロセスを詳細に分析し、その背景要因を明らかにした価値ある事例研究である。ネットワーク社会におけるソーシャルメディアを活用した新しいタイプのシステム開発手法の提案であり、その分析内容は今後のさらなる発展に寄与するものである。このように新規性と有用性の双方が認められ、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと判断する。